

Gernot Grömer¹

Science Fiction und Wissenschaft/Technik – Was wird kommen?

Science Fiction dient einerseits als eine reichhaltige Quelle der Inspiration für technische Entwicklungen, andererseits ist es eine der klassischen Motivationen für junge Menschen, einen naturwissenschaftlichen oder technischen Beruf in Erwägung zu ziehen. Die Transformation von der Vision zur Idee und die anschließende Umsetzung in der Alltagswelt ist ein bemerkenswertes Phänomen, wenn die Reaktion vom Belächeln einer Vision über das Bestaunen eines Prototypen bis zur Selbstverständlichkeit einer Anwendung reicht. In diesem Artikel werden Beispiele für solche Grenzfälle beschrieben, wo historische Fälle der Realisierung einer Idee aus dem Science Fiction Genre erörtert werden. Im zweiten Teil sind aktuelle Technologien angeführt, welche gerade aus dem Stadium des Experimentellen herauswachsen. Im letzten Abschnitt werden einige wenige ausgewählte Beispiele von Ideen erwähnt, welche potentiell unsere Welt von Morgen verändern könnten. Nach den Standards unserer Großeltern leben wir technologisch gesehen in einer Science Fiction Welt, und es gibt keinen Hinweis darauf, dass sich diese Entwicklung einbremsen wird.

1. Science Fiction als Inspiration für Technik und Wissenschaft

„Vorgestern Phantasterei – gestern Traum – heute experimentell realisiert – übermorgen Alltag“ – unter diesem Motto lässt sich eine sehr unkonventionelle Studie der Europäischen Weltraumorganisation ESA (European Space Agency) zusammenfassen. Im Rahmen der Arbeit „Innovative Technologies from Science Fiction“ bewertete ein europäisches Expertenteam Ideen aus aktuellen und älteren Werken der Science-Fiction-Literatur, Film und Hörspiele mit dem Hintergrund, eine Brücke zwischen der Technik von heute und dem Genre zu schlagen, um damit Anregungen für zukünftige Entwicklungen in diesem Hochtechnologiefeld zu bekommen. Viele der studierten Technologiekonzepte waren zum gegenwärtigen Zeitpunkt für eine eingehendere Entwicklung innerhalb der ESA noch nicht geeignet, aber einige ausgewählte, zum Teil sehr fortgeschritten erscheinende Ideen, sind tatsächlich bereits jetzt an der Schwelle zu ihrer Realisierung. Dieser Beitrag stellt einige solcher Beispiele aus dieser Grenzschicht zwischen Realität und

¹ Österreichisches Weltraum Forum, Büro Innsbruck. c/o Universität Innsbruck, Technikerstr. 25/8, 6020 Innsbruck. Gernot.groemer@oewf.org.

Science Fiction vor. Frühe Autoren haben zukünftige Technologien aus dem Kontext ihrer zeitgenössischen Umgebung in die Zukunft interpoliert und damit Möglichkeiten eröffnet, die im formalen wissenschaftlichen Verfahren nicht so ohne weiteres erreichbar gewesen wären.

2. Historische Beispiele

Obwohl manche frühere Ideen abwegig waren, so ist dennoch eine bemerkenswerte Serie von Ideen etwa in der Raumfahrt tatsächlich verwirklicht worden, darunter fallen beispielsweise Hochgeschwindigkeits-Projektilewerfer (1865), Bremsraketen (1869), planetare Landesonden (1928), vertikale Montagegebäude und gebündelte Raketentriebwerke (1929), ständig bemannte Raumstationen (1945), Fernmeldesatelliten in der Umlaufbahn (1945), aerodynamische Wiedereintrittskapseln (1954) und viele andere. Neue Ideen spielen zweifellos eine wichtige Rolle in Wissenschaft und Technik, auch wenn sie sich nicht sofort umsetzen lassen; und so haben Schriftsteller Satelliten und Raumflüge lange vorhergesagt, bevor sie möglich wurden.

Der Mensch hat Jahrhunderte lang von der Reise zum Mond geträumt und nach Mitteln und Wegen gesucht, dorthin zu gelangen (man denke an Keplers „*Somnium*“, zu Beginn des 17. Jahrhunderts). Doch erst in jüngster Zeit standen Technologien und Infrastrukturen zur Verfügung, um diesen Traum zu verwirklichen. Es sollte daher möglich sein, in der SF einige neue Ideen ausfindig zu machen, die Forscher und Techniker davon überzeugen können, dass es sich lohnt, der Fantasie ernsthaft nachzugehen.

2.1. Mondflug

Die älteste Darstellung des Mondes – die irische Mondkarte von Knowth – ist etwa 5000 Jahre alt. Der Mond galt lange Zeit als der wichtigste Zeitgeber in den frühen Hochkulturen und war spätestens seit der Antike auch als mögliches Ziel für bemannte Reisen in unserer Kultur bekannt. Erst mit dem 19. Jahrhundert kamen in Folge der Industriellen Revolution zunehmend technisch durchdachtere Konzepte eines Mondfluges auf, wie etwa Jules Vernes „*De la Terre à la Lune*“ (1865). Als dann 1969 tatsächlich die erste Besatzung, die dreiköpfige Crew von Apollo 11 im Mare Tranquillitatis auf der Oberfläche aufsetzte, gab es einige Übereinstimmungen mit den ursprünglichen Beschreibungen des französischen Literaten: So lautete etwa der Name der Kanone, in der Jules Vernes Protagonisten zum Mond geschossen wurden, „Columbiad“; der Name der Landekapsel, des Lunar Excursion Module (LEM), „Columbia“. Beide Reisen begannen – aufgrund der Vorzüge eines äquatornahen Starts – in Florida, und in beiden Ereignissen war es

eine dreiköpfige Besatzung, lediglich eine signifikante Kofinanzierung durch das Habsburgerreich blieb der Fiktion vorbehalten.

Die Landung auf dem Mond ist aber auch ein Beispiel für eine Reflexion eines Ereignisses, das nach der Vorwegnahme durch Science Fiction letztlich realisiert wurde und damit – durch das Erreichen von etwas zuvor als unmöglich Erachteten – in das kulturelle Unterbewusstsein unserer Gesellschaft perkolierte. Den Mond physisch berühren, das hieß, ein Symbol zu berühren, welches sich eigentlich nicht berühren lässt. Und natürlich hat sich auch unsere Welt für immer verändert, als diese symbolische Grenze überschritten wurde.

Der schwedische Schriftsteller Lars Gustafsson² charakterisierte dieses monumentale Abenteuer treffend mit folgendem Gedanken: *„Das Interesse am Mondflug war also, dass er sich tatsächlich genau an der Schwelle zwischen Wirklichkeit und Metapher befand, genau an der schmalen Grenze, an der die Welt vom Zustand der «Wirklichkeit» im Sinne der empirischen Philosophen in Metaphern und mathematische Begriffe übergeht. [...] Dass die Mondlandungen möglich wurden, lag vielleicht an der einmaligen Konstellation von politischen und metaphorischen Motiven, die am Ende der sechziger Jahre bestand: der kalte Krieg, der Optimismus der Kennedy-Ära, die Vorstellung von einer neuen Grenze. Pragmatische, unpragmatische, metaphorische und unmetaphorische Begründungen gingen für einen Augenblick die denkbar günstigste Verbindung ein. Solange es wahrte, besaß es eine seltsame Schönheit.“*

Die Antike nahm diese Reise vorweg, die Renaissance erlaubte ein offenes Träumen, die Moderne schuf die technischen Voraussetzungen und die Postmoderne verwirklichte die Vision: Das eingangs erwähnte Motiv *„Vorgestern Phantasterei – gestern Traum – heute experimentell realisiert – übermorgen Alltag“* scheint gerade an der Schwelle zur vierten und letzten Stufe zu stehen. So lobt etwa der Internet-Gigant Google im Rahmen des Google Lunar XPrize eine Summe von bis zu 30 Millionen US Dollar für die erste privat organisierte, robotische Landung auf dem Erdtrabanten aus. Der Vorläufer dieser Preisauslobung – 10 Mill USD für den ersten nicht-staatlich durchgeführten Suborbitalflug – war bereits 2004 mit dem „Spaceship 1“ des US-amerikanischen Ingenieurs Burt Rutan erfolgreich.

2.2. Geostationärer Orbit

Ein klassisches Beispiel einer Vorhersage von Dingen, die heute zu unserer Alltagswelt gehören, sind geostationäre Satelliten, also künstlichen Trabanten,

² Neue Züricher Zeitung Folio 07/94, der Artikel ist online unter: <http://www.nzzfolio.ch/www/-d80bd71b-b264-4db4-afd0-277884b93470/showarticle/d24b3172-1093-4e63-8116-ca278e915-c8b.aspx> verfügbar (23.12.2009).

deren Umlaufbahn in 36.000 km Höhe eine rotationssynchrone Umkreisung der Erde ermöglichen. Mit mindestens drei solcher Himmelskörper kann eine kontinuierliche und globale Abdeckung zur Erdbeobachtung und Kommunikation erfolgen – daher sind auch die meisten Satellitenschüsseln statisch ausgerichtet. Heute ist dieser Markt monatlich ein Multi-Milliarden-Dollar-Geschäft, basierend auf der Idee eines der bekanntesten neueren Science Fiction Autoren, Arthur C. Clarke, dem wir auch „2001 – A Space Odyssey“ oder „The Sands Of Mars“ und den Rama-Zyklus verdanken. Er publizierte 1945 in der Zeitschrift „Wireless World“ einen Beitrag unter dem Titel „*Extra-terrestrial Relays – Can Rocket Stations Give World-wide Radio Coverage?*“, in der die grundlegende Idee für geostationäre Satelliten beschrieben war. Mit drei Satelliten, jeweils um 120° versetzt, wäre eine Radiokommunikation weltweit möglich. Der Einfluss des Mondes, der Sonne und insbesondere der Erddeformationen stört zwar die geostationäre Umlaufbahn und nur auf vier Positionen hält ein Satellit seinen Standort, und nur zwei von ihnen sind stabil: 105°W und 75°O. Die anderen beiden sind labil, 15°W und 165°O. Kleine Störgrößen bewirken eine Drift zu den stabilen Lagen. Die Positionierung eines Satelliten außerhalb dieser Punkte erfordert daher fortlaufend Bahnkorrekturen. Clarke nahm an, dass innerhalb der nächsten 25 Jahre Satelliten dort positioniert werden könnten. Mit den Satelliten Syncom 2 in der Geosynchronen- und Syncom 3 in der geostationären Umlaufbahn wurde seine Idee im Jahr 1963 und 1964 nach nur etwa 19 Jahren verwirklicht.

A.C. Clarke zu Ehren wird heute manchmal der Begriff „Clarke Orbit“ für diese besondere Umlaufbahn verwendet.

2.3. Kommunikator aus Star Trek

Als ein Beispiel aus dem Star Trek Universum, das wohl am ehesten gerade aus der Entwicklungsphase „heute experimentell realisiert“ herauswächst, sei der Kommunikator genannt. Darunter versteht man einen Broschengroßen Clip, der an der Uniform der Star Trek-Besatzungen getragen wird und der eine akustische Kommunikation mit dem Schiffcomputer und anderen Besatzungsmitgliedern wie eine Mobiltelefon-Freisprecheinrichtung ermöglicht. Letztere hat ja bereits seit vielen Jahren Einzug in unseren Alltag erhalten. Wussten Sie aber, dass etwa in mehr als 600 nordamerikanischen Krankenhäusern bereits weiter entwickelte Kommunikatoren eingesetzt werden, welche mittels des Krankenhaus-eigenen WLAN-Netzes auch den Träger lokalisieren (ähnlich wie eine Netzzelle im Mobilfunkbetrieb), und – ebenfalls sprachgesteuert – aktiviert werden? Tagtäglich nutzen dort bereits 450.000 Anwender dieses System. Sobald solche Technologien im medizinischen Bereich eingesetzt werden, müssen sie ausfallsicher und robust

sein, weil letzten Endes davon auch Menschenleben abhängen können. Unter dem Produktnamen Vocera wird die reale Umsetzung des klassischen Kommunikators vertrieben. (Siehe Abb. 1)



Abb.1.: Vocera-Kommunikator

Die Einführung des klassischen Kommunikators auf der Enterprise (Original Series) mit dem charakteristischen Piepsen, sobald der goldfarbene Deckel geöffnet wird, findet sich übrigens auch in unseren modernen Klapphandys wieder. Oft wird die Beliebtheit dieses klappbaren Handytyps, vor allem in den USA und Asien, bei zunehmenden Marktanteilen auch in Europa – auf eine kulturelle „Vorbelastung“ durch Star Trek zurückgeführt³.

Während aber laut dem Star Trek Star Fleet Technical Manual⁴ die Klapphülle des Kommunikators nur als Antenne verwendet wird, ist in modernen Mobiltelefonen neben dem Display auch ein Teil der Intelligenz und der Bedientasten im ausklappbaren Teil eingebaut. Damit ist ein Beispiel angeführt, wo die technische Realität spätestens ab 1995 – etwa drei Jahrzehnte nach dem Vorbild – die Science Fiction Vorlage überholte.

3. Aktueller Kontext

Neben diesen bereits in Verwendung befindlichen Konzepten aus dem Science Fiction Genre sind im Folgenden zwei Beispiele von Technologien beschrieben, die soeben aus dem Inkubatorstadium von „heute experimentell realisiert“ herauswachsen und in spezialisierten Anwendungen umgesetzt werden.

3.1. *Unmanned Aerial Vehicles/ Microdrones*

Unbemannte Flugdrohnen gehören heute in der modernen Kriegsführung zum Standardrepertoire in der Aufklärung. Neben dem Einsatz in der

³ Beispielsweise in einem Artikel von Andrew Kantor in der Zeitung USA Today aus dem Jahr 2004: http://www.usatoday.com/tech/columnist/andrewkantor/2004-03-11-kantor_x.htm (25.12. 2009).

⁴ Star Trek Star Fleet Technical Manual, ISBN 0345340744, Ballantine Books 1975, Neuauflagen 1986, 1996, 2006.

Grenzüberwachung werden Sie auch zunehmend als offensive Komponente im Angriff eingesetzt. Die meisten dieser Gerätschaften sind eher mit ferngesteuerten Flächenflugzeugen zu vergleichen, so hat der US Global Hawk eine Spannweite von 40m, der 2006 von EADS eingeführte „Barracuda“ misst immerhin noch 7,22 m Flügelweite bei einem Gewicht von drei Tonnen.

Im Science-Fiction-Genre hat vor etwa zwei Dekaden die Miniaturisierung dieser Drohnen eingesetzt. So wird etwa in Luc Bessons „5th Element“ aus dem Jahr 1997 zum Abhören eines Gespräches im Präsidentenbüro eine modifizierte Küchenschabe als Mikrofon-Träger eingesetzt (ein mutiger Akt, den das Tier aber mit einem unrühmlichen Ende durch einen couragierten Schlag mit dem Schuh des Präsidenten bezahlt). Ist in der Filmvorlage diese erwähnte „Blatta orientalis“ noch mit einem etwas archaisch-angeklebt anmutenden Antennen-„Schirmchen“ ausgestattet, so stellen Insekten heute dennoch die anzustrebende Größenordnung dar.

Diese Tierklasse dient einerseits als bionische Vorlage für neue Antriebstechnologien, die etwa den Flügelschlag von Insekten imitieren, oder soll als Basis für den Transport beispielsweise von miniaturisierten Abhöreinrichtungen dienen. So schrieb die US Defence Advanced Research Projects Agency (DARPA) 2006 Projekte aus, bei denen das Flugverhalten von Insekten durch direkte Einflussnahme in die Neurologie des Tieres verändert werden soll. Im originalen Ausschreibungstext hieß es etwa: „*The goal is to create technology that can achieve the delivery of an insect within five meters of a specific target located at hundred meters away, using electronic remote control, and/or global positioning system.*“ *Once at the target, „the insect must remain stationary either indefinitely or until otherwise instructed ... (and) must also be able to transmit data from (Department of Defense) relevant sensors ... includ(ing) gas sensors, microphones, video, etc.*“⁵ Die DARPA schrieb auch ein mit 3 Millionen USD dotiertes Projekt aus, um etwa Honigbienen für die Detektion von Landminen zu züchten, ein Vorhaben, das nach wenigen Jahren wieder fallen gelassen wurde.

Die Umsetzung von nicht-biologischen UAV in Insektengröße scheint bisher am weitesten vorangeschritten zu sein, so fertigt die Firma Seiko Epson bereits jetzt handtellergröße insektenähnliche Helikopter; im Rahmen eines Auftrages der US Verteidigungsministeriums entwickelte die Harvard University 2007 einen Fingernagel-großen Flugkörper⁶ (siehe Abb. 2).

⁵ http://www.spacewar.com/reports/US_Military_Plans_To_Make_Insect_Cyborgs.html (20.11.2009).

⁶ http://scienceblogs.com/zooillogix/2007/07/waiter_theres_a_spy_in_my_soup.php (27.12.2009).



Abb. 2.: Insektenähnliches Fluggerät der Harvard University.

3.2. *Tricorder*

Eines der bekanntesten technischen Hilfsmittel im Star Trek Universum ist der Tricorder, ein handgeführtes Analysegerät in der Größe eines Palmtops, das mit einem charakteristischen Piepen chemische Analysen, die Präsenz von multidimensionalen Lebensformen oder einfach den medizinischen Status eines Patienten erheben kann. In den offiziellen Quellen von Paramount wird von 200 Sensoren gesprochen, für die medizinischen Untersuchungen wurde bei Star Trek noch optional ein Zusatzgerät verwendet, das die Größe eines Salzstreuers hatte, ungefähr wie ein Salzstreuer aussah und in den Original Series tatsächlich ein mit Blinklichtern ausgestatteter Salzstreuer war.

Das Konzept, im Feld ein Kleinlabor in miniaturisierter Form zur Verfügung zu haben, erlebte einen Aufschwung, als die ersten „Lab-on-a-Chip“-Technologien entwickelt wurden, d.h. Sensoren, die in kleine integrierte Schaltkreise eingearbeitet werden konnten.

Eine reale militärische Applikation welche auf dieser Idee beruht, ist der Fido XT Detektor der Firma ICx Technologies (Abb. 3), ein 21.000 US\$ teures Gerät mit weniger als einem Kilogramm Gewicht, welches zur Erkennung von Sprengstoffen im Feld eingesetzt wird.



Abb.3: Fido XT-Sprengstoffdetektor

Eine zivile Variante, welche auch im Consumer Electronics Bereich Einzug halten wird, ist eine Entwicklung am NASA Ames Research Center in Form eines Briefmarken-großen Laborchips, mit dem die Detektion von 64 Substanzen möglich ist – als Basisgerät dafür wird ein klassisches Apple-iPhone eingesetzt⁷ (Abb. 4). Sofern gefährliche Substanzen registriert werden, geht vom Handy ein Alarm aus. Dieses Konzept hat auch eine Prise von George Orwells „1984“ mit bekommen: Auftraggeber ist das US Heimatschutzministerium im Rahmen des „Cell-All“-Programmes mit dem Hintergrund, diesen Chip standardmäßig in Smart Phones einzubauen und damit ein millionenfaches Sensornetzwerk zu haben, mit dem etwa chemische Anschläge auf öffentlichen Plätzen schnell erkannt werden können, da diese Telefone eine entsprechende Warnmeldung automatisch versenden können.

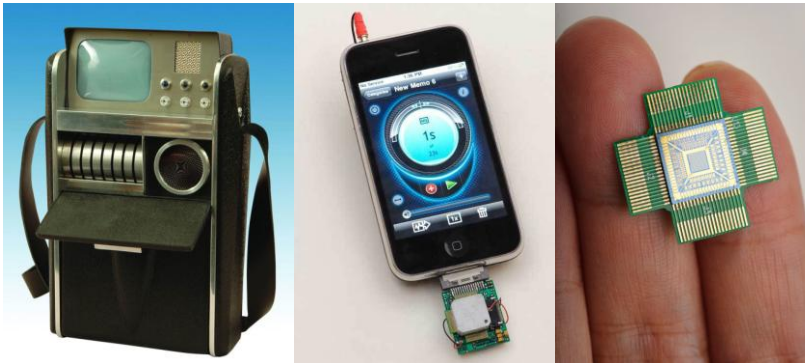


Abb 4.: Der Filmprototyp eines klassischen Tricorders aus Star Trek und seine moderne Entsprechung – entwickelt am NASA Ames Research Center (Mitte in Verbindung mit einem iPhone, rechts der Chip der neuesten Generation mit 64 Sensoren)

4. Zukünftige Entwicklungen

4.1. Weltraumlift

Ein weiteres Beispiel für Technologie in der SF-Literatur ist der Weltraumlift. Das zugrunde liegende Problem basiert auf den hohen Kosten für den Transport von Hardware in den freien Weltraum: So rechnet man etwa mit Transportkosten von typischerweise 80.000 € pro Kilogramm bei einem Start des Space Shuttle und immerhin noch 20.000 € mit Raketen für die geostationäre Umlaufbahn. Was wäre aber, wenn man sich einfach in einen Aufzug setzen könnte, welcher direkt in einer niedrigen Erdumlaufbahn mündet?

⁷ www.nasa.gov/centers/ames/news/features/2009/cell_phone_sensors.html (20.12.2009).

Das Konzept eines solchen orbitalen Turms (siehe auch Abbildung 5) taucht seit Ende des 19. Jahrhunderts in der SF-Literatur auf. Das einzige Material, das hinsichtlich der mechanischen Stabilität stark genug ist, um ein solches Unternehmen zu ermöglichen, wären Kohlenstoff-Nanorohre. Eine weitere nützliche Eigenschaft dieses Materials ist seine Leitfähigkeit, mit der sich eine Menge Elektrizität erzeugen lässt, wenn man den Turm um einen Planeten mit einem globalen Magnetfeld kreisen lässt.

Als Konstantin Ziolkowsky, ein russischer Wissenschaftler, 1895 den Eiffelturm in Paris betrachtete, kam ihm die Idee eines orbitalen Turms. Er wollte ein „himmlisches Schloss“ an einem spindelförmigen Kabel befestigen und das „Schloss“ auf einer geosynchronen Bahn um die Erde kreisen lassen. Allerdings erwies sich der Aufbau vom Boden aus als unmöglich (obwohl es immer noch Gruppen gibt, die über Vulkane als mögliche Quellen für einen Weltraumlift sprechen). Erst 1960 schlug ein anderer russischer Wissenschaftler, J. N. Arzutanolow, ein alternatives Konzept für den Bau eines Weltraumturms vor. In seinem Buch „*Dreams of Earth and Sky*“ schlägt Arzutanolow vor, einen geosynchronen Satelliten als Basis für den Bau des Turms zu benutzen. Unter Verwendung eines Gegengewichts soll das Kabel aus der geosynchronen Umlaufbahn auf die Erdoberfläche herabgelassen werden, während das Gegengewicht vom Satelliten aus in immer größere Entfernung zur Erde ausgefahren wird.



Abbildung 5: Künstlerische Darstellung eines Weltraumaufzuges © NASA/ Pat Rawlings

Neun Jahre nach Arzutanow hat Jerome Pearson, ein amerikanischer Physiker, ein Kabel mit spitz zulaufendem Querschnitt konzipiert, das für die Errichtung des Turms geeigneter sein soll. Nach seinem Plan soll, während der untere Teil des Turms gebaut wird, ein Gegengewicht langsam bis auf 144.000 km (die halbe Entfernung zum Mond) ausgefahren werden. Das Gewicht des für den Bau des Turms benötigten Materials hätte 24.000 Space-Shuttle-Flüge erfordert, obwohl es zum Teil über den Turm selbst befördert werden könnte, wenn ein entsprechend belastbarer Kabelstrang bis zum Boden reichte.

Einige Jahre später machte Arthur C. Clarke die Idee in seinem 1979 veröffentlichten Roman „*Fountains of Paradise*“ allgemein bekannt. Nach dem von Clarke vorgeschlagenen Konzept eines Weltraumliffts soll eine starre Verbindung zwischen einem Punkt auf der geostationären Umlaufbahn und der Oberfläche eines Planeten geschaffen werden. Das grundlegende Problem der letzten Jahrzehnte ist, dass kein dem Menschen bekanntes Material den Zugkräften standhielte. Neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Nanostrukturen mit Kohlenstoffmolekülen deuten darauf hin, dass die erforderlichen physikalischen Eigenschaften sich jetzt erreichen lassen⁸ und somit die Möglichkeit besteht, die Kosten für den Zugang zum Weltraum drastisch zu senken. Das Transportsystem würde aus einer Reihe von „Drahtseilwagen“ bestehen, die am Weltraumlift entlang gleiten und dann in die geosynchrone Umlaufbahn eingebracht werden.

Dieses Konzept wurde bis jetzt in mindestens 42 Science Fiction Romanen, mehr als 20 Comics und Mangas sowie 21 Computerspielen und mindestens drei Science-Fiction-Filmen beschrieben. Pure Utopie also? Nicht mehr: Die US Raumfahrtbehörde NASA veranstaltete bereits 1999 die erste wissenschaftliche Konferenz zu diesem Thema, das NASA Institute for Advanced Concepts (NIAC) förderte eine 500.000 USD Konzeptstudie. 2007 wurden die ersten „Space Elevator Games“ unter der Leitung der NASA veranstaltet⁹, wo Studententeams erste Konzepte für ausgewählte Infrastrukturkomponenten, wie etwa dem Seil-Aufzug, testen konnten. 2008 folgte eine erste Konferenz zum Thema Weltraumaufzüge in Japan. Bei den Bewerbungen 2009 wurde auch erstmals ein 500m langes Kabel von einem Helikopter¹⁰ als Plattform für die Teilnehmer verwendet (siehe Abbildung 6).

⁸ Min-Feng Yu, Oleg Lourie, Mark J. Dyer, Katerina Moloni, Thomas F. Kelly, Rodney S. Ruoff (2000). „Strength and Breaking Mechanism of Multiwalled Carbon Nanotubes Under Tensile Load“. *Science* no. 287 (5453): 637–640.

⁹ Geoffrey A. Landis and Christopher Cafarelli (1999). „The Tsiolkovski Tower Reexamined“. *Journal of the British Interplanetary Society* 52: 175–180.

¹⁰ <http://www.spaceward.org/elevator> (20.12.2009).



Abb. 6: Start eines Bewerbers bei der Space Elevator Challenge 2009 in den USA

4.2. *Augmented Reality*

Virtuelle Realität, Telepräsenz und Fernbeobachtung werden als die verheißungsvollsten Mittel zur optischen Darstellung und Übertragung komplexer Informationen betrachtet. Angesichts der Tatsache, dass Weltraumaktivitäten per se solche Mittel erfordern, bietet die Science-Fiction eine Fülle von Impulsen zur Entwicklung der entsprechenden Techniken. Die Erfahrung eines Teleoperators (z.B. eines medizinischen Spezialisten) könnte auf einen Roboter oder Menschen vor Ort übertragen werden, der von Kraftfeldern oder einem ferngesteuerten Exoskelett geleitet wird. Ferngesteuerte Aktivitäten, wie z.B. Bergbau auf einer Mondbasis, werden manchmal als „das Nächste nach der tatsächlichen Präsenz“ bezeichnet. Die Steigerung des sensorischen Inputs in den Operator wird „erweiterte Realität“ (augmented reality) genannt; hierzu gehören z.B. die Messung physikalischer Eigenschaften wie Radioaktivität, die ein Mensch nicht wahrnehmen würde.

Die hieraus erwachsenden Nutzeffekte sind offensichtlich, wo immer der Mensch in gefährlichen Milieus wie heißen Zonen in Kernkraftwerken, Tiefseebergbau usw. agieren muss.

Die Science Fiction hat auch die Tele-Operation oder Fernbedienung mit der von Robert A. Heinlein 1942 in seinem gleichnamigen Roman geprägten Wort „waldo“ (Fernbedienung) vorausgesagt, das in den Sprachgebrauch übernommen wurde, als diese Technik später aufkam. In „Waldo“ stellt ein genialer

Krüppel, der auf einer Erdumlaufbahn in der Schwerelosigkeit lebt, fest, dass er seine Mitmenschen möglicherweise mehr benötigt als sie ihn. Heinlein hat in seinem Roman den jetzt in hochradioaktiven Milieus, in Forschungsunterseebooten und in der amerikanischen Raumfähre üblichen Telepräsenzgeräten lange vorgegriffen. Kein Artikel über Telepräsenz und virtuelle Realität wäre vollständig, ohne den 1984 erschienenen Roman „*Neuromancer*“ von William Gibson zu erwähnen. Computer hatten plötzlich eine „coole“ – aber gefährliche – Dimension: Gibson nannte sie „Cyberspace“ und schuf damit DEN Begriff für eines der definierenden Elemente unserer Gegenwartskultur.

Wenn es um Telepräsenz, Fernbedienung und virtuelle Realität im allgemeinen geht wie in „*Asteroid Man*“ von R. L. Fanthorpe (1960) oder „*Daily Life in the Year 3000*“ (1999) von Robert Sawyer, ist die Begeisterung groß. Aber Telepräsenz und „fernvermittelte Realitäten“ bergen auch Gefahren in sich, die ebenfalls in der Science-fiction erörtert werden. In „*Gesellschaft des Spektakels*“ führt Guy Debord eine Reihe von Gründen an, warum und wie Telepräsenz und virtuelle Realität die Gesellschaft negativ zu beeinflussen beginnt. Der SF-Film „Telepräsenz“ dreht sich um die Leute eines kleinen militärischen Außenpostens, von denen mehrere unter Tausenden von Asteroiden verstreut sind. Die Gruppe bekämpft den Feind, indem sie telepräsenzte Angriffsroboter einsetzt, die mit den Soldaten über Implantate in der Hirnrinde verbunden sind. Irgendwann wird den Leuten bewusst, dass ihre Implantate zu mutieren begonnen haben und sich beträchtlich auf ihr Freizeitleben auswirken, was sich in gesteigerter Aggressivität äußert. In der Kurzgeschichte „*The Next Best Thing to Being There*“ beschreibt Mike Combs das Problem einer Fernbetriebsbasis am Südpol des Mondes. Die dort tätigen Teleoperatoren, die Roboter mit Hilfe „erweiterter Realität“ betreiben, fallen durch erhöhte Aggressivität auf.

Die Einbettung von technischen Hilfsmitteln zur Erweiterung der menschlichen Sensorik ist streng betrachtet schon lange – spätestens seit der Einführung der Brille – geschehen. 1960 prägten Manfred Clynes und Nathan Kline den Begriff „Cyborg“ für ein Hybrid aus Mensch und Maschine. Wem der Brückenschlag zwischen einem klassischen Cyborg im Terminator-Stil und einem Brillenträger etwas zu weit hergeholt erscheint, sei etwa an die Einführung von Cochlea-Implantaten erinnert. Dabei handelt es sich um miniaturisierte elektronische Hörhilfen, die hinter der Ohrmuschel implantiert werden. Sie geben akustische Reize direkt an Nervenendigungen unter Umgehung des mechanischen Hörapparates weiter. Oder man denke etwa etwa die zunehmende (zum Teil noch experimentelle) Einführung von künstlichen Retinas bei bestimmten Formen der Erblindung.

Eine Form der weniger permanenten Veränderung sind etwa Kontaktlinsen mit eingebauten Displays, wie sie an der Universität von Washington seit

2008 entwickelt werden: biologisch ausgezeichnet verträgliche Linsen, in denen eine LED-Leuchte Signale übertragen kann, die das natürliche Hintergrundbild überlagern. Der Prototyp kombiniert wenige Nanometer dicke Schaltkreise und LEDs im Ausmaß von etwa einem Drittel Millimeter mit dem flexiblen Plastik einer Kontaktlinse (siehe Abbildung 7). Wirklich funktional sind die Linsen noch nicht: Die roten LEDs leuchten nicht. Die dafür nötige Stromversorgung soll aber in Bälde durch Energie-Übertragung per Radiowellen und Solarzellen auf den Linsen erreicht werden.

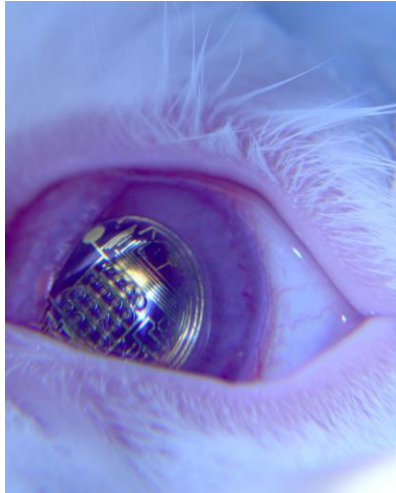


Abbildung 7: Prototyp eines Kontaktlinsen-Displays der Universität Washington, hier beim Verträglichkeitstest in einem Hasenaug.

Eine mögliche Anwendung bestünde beispielsweise für Feuerwehrleute, welche einen Gebäudeplan in Echtzeit während des Einsatzes eingespielt bekämen und damit wüssten, hinter welcher Wand welche Gasflaschen gelagert werden.

4.3. Wetterkontrolle, Terraforming und Energiegewinnung

Weltraumgestützte Reflektoren als Mittel zur Terraforming von Planeten wie dem Mars zur Verbesserung der Lebensmittelproduktion, zur örtlichen Wetterbeeinflussung und zur Energieversorgung sind häufig Gegenstand der Science-Fiction. Solche Projekte sind zwar wesentlicher Bestandteil zahlreicher bedeutender SF-Geschichten, aber das Grundkonzept ist keine Science-Fiction mehr, sondern ließe sich mit heutiger Technologie verwirklichen. In seinem Buch „*Blue Mars*“ von 1996 schreibt Kim Stanley Robinson über

sogenannte Solettas – ein System orbitaler Spiegel – als Werkzeug zur Terraformung des Mars. („*Blue Mars*“ ist übrigens das dritte Buch der legendären Red Mars – Green Mars – Blue Mars-Trilogie von K. S. Robinson, in welcher die Kolonialisierung des Mars nach der ersten Massenlandung mit einhundert Menschen technisch und kulturell sehr plausibel beschrieben wird – dieser Trilogie zu Ehren hat die US-amerikanische Mars Society die Farben Rot-Grün-Blau als Flagge des Mars vorgeschlagen).

Die Soletta in Kim Stanleys Buch dient zur Erwärmung der Marsatmosphäre mit Hilfe der von den orbitalen Spiegeln reflektierten zusätzlichen Sonnenstrahlen. Den SF-Plänen Arthur C. Clarkes für die Terraformung von Planeten, die Erzeugung großer Nahrungsmittelmengen und die kontinuierliche Energiegewinnung durch die Verwendung von Solettas und Sonnenschilden liegt ein Konzept zugrunde, das im Bereich des Möglichen heutiger Technik liegt. Solettas aus entfaltbaren Strukturen stellen allerdings auch eine große Herausforderung für die Werkstofftechnik dar, wenn die Struktur groß sein muss und eine hohe Oberflächenpräzision erforderlich ist.

Eine etwas näher liegende Nutzung der Sonnenenergie ist die Verwendung der Sonnenstrahlung in der Erdumlaufbahn, bzw. deren Übertragung auf die Erdoberfläche, um unsere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Ist dieses „Space-based Solar Power“-Konzept (siehe Abbildung 8) pure Science Fiction? Nicht mehr: Am 6. Dezember 2009 erteilte der Bundesstaat Kalifornien der Firma Solaren die Betriebsgenehmigung für ein 200 Megawatt Solarkraftwerk in der Umlaufbahn. Die Energie würde mittels Mikrowellenstrahlung nach Fresno in Mittelkalifornien übertragen werden. Es gibt natürlich noch eine Unmenge von technologischen und regulativen Hürden zu überwinden, aber offensichtlich beobachten wir auch hier eine Transition von „*gestern Traum*“ zu „*heute experimentell realisiert*“.

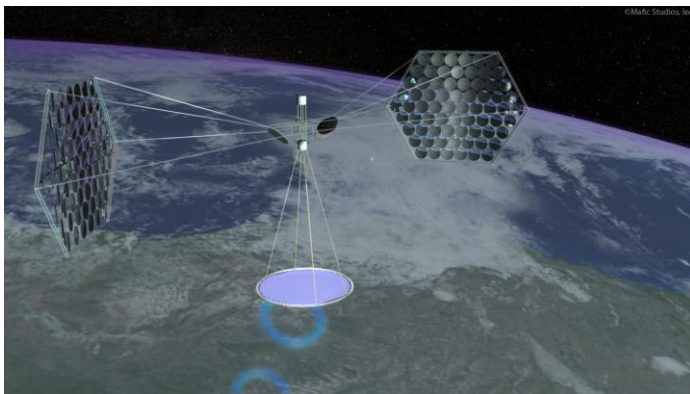


Abb.8.: Konzeptdarstellung von Space-based Solar Power (© Mafic Studios, Kanada)

5. Schlussbemerkungen

Bei der Diskussion um neue Entwicklungen ist oft schwierig vorherzusagen, welche Ideen wann tatsächlich umgesetzt werden und die Zahl der niemals realisierten Ideen ist wahrscheinlich überwiegend. Seit etwa 200 Jahren zeichnet sich eine überaus bemerkenswerte Entwicklung ab, wo die jeweils nachfolgende Generation in einer Welt lebt, die von der vorhergehenden als Science-Fiction-Welt gesehen werden kann. Hugo Gernsback, der legendäre Gründer des „Amazing Stories“-Magazines, hat Science Fiction als eine für die Gesellschaft überaus nützliche Entwicklung gesehen, um Forschung und Entwicklung zu fördern. Dies darf nicht nur aus der Sicht des Ideenlieferanten gesehen werden, sondern aus der Erfahrung, dass viele Nachwuchsforscher erst durch das Genre für eine wissenschaftliche oder technische Karriere motiviert wurden.

Andererseits verspüren wir als Menschen auch offenbar den Drang, Technologien um ihrer selbst oder um des Forschens willens zu entwickeln, oft ohne einen direkten Nutzen daraus ziehen zu können. Wer hätte gedacht, dass die Entwicklung der Newtonischen Gravitationsgesetze dereinst die Grundlage für die Raumfahrt sein wird? Johannes Kepler schrieb vor vier Jahrhunderten in einem Brief an Galileo Galilei: „Sobald jemand die Kunst des Fliegens entwickeln wird, wird es auch keinen Mangel an Siedlern auf dem Mond und Jupiter geben... Wer hätte gedacht, dass man einen großen Ozean gefahrlos überqueren kann, als die Enge der adriatischen, der baltischen See oder des englischen Kanals? Gebt mir Schiffe und Segel, die sich in die himmlischen Lüfte erheben können, und es wird nicht an Menschen mangeln, die vor der Weite des Raumes nicht zurückschrecken. So für diejenigen, die in Bälde kommen werden um diese Reise zu unternehmen, lasst uns die Astronomie dazu etablieren: Galileo, für euch Jupiter und für mich, den Mond.“ (*Johannes Kepler, letter to Galileo Galilei, 'Conversation with the Messenger from the Stars', 19 April 1610*)